

# 新型厂站自动化系统介绍

蔡月明<sup>1</sup>, 耿群锋<sup>2</sup>, 葛志民<sup>2</sup>

(1. 国网南京自动化研究院, 江苏 南京 210003; 2. 南京南瑞集团公司, 江苏 南京 210003)

**摘要:** 分析了国内厂站自动化系统主要存在的问题。针对这些问题, 在对国际标准 IEC61850 进行深入研究的基础上, 综合网络技术、面向对象技术, 设计了新型厂站自动化系统。介绍了厂站系统的结构及主要技术特点。

**关键词:** 厂站自动化系统; IEC61850; 面向对象

## Introduction of a new power plant and substation automation system

CAI Yue-ming<sup>1</sup>, GENG Qun-feng<sup>2</sup>, GE Zhi-min<sup>2</sup>

(1. Nanjing Automation Research Institute, Nanjing 210003, China; 2. NARI Group Corporation, Nanjing 210003, China)

**Abstract:** By analyzing the disadvantages of power plant and substation automation systems used in our country, a new power plant and substation automation system based on research of IEC61850 is designed. The embedded Ethernet technique and object-oriented technique are used in this system. The architecture and main characteristics of this new system are introduced.

**Key words:** substation automation system; IEC61850; object-oriented

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2008)18-0099-04

## 0 引言

厂站自动化是自动化技术、计算机技术、通信技术在发电厂和变电站领域的综合应用。厂站自动化技术首先应用于变电站, 随着变电站自动化需求的变化而逐步发展成熟起来。发电厂和变电站自动化系统基本原理相似, 但又各有其需求和特点。

近年来电厂电气自动化水平不断提高, 各级电厂的 ECS 部分逐步由模拟式仪表向智能化仪表发展、由独立的表计向自动化系统发展。变电站自动化系统广泛应用于各级电厂的建设与改造中。国内的电厂电气自动化系统产品多为利用变电站自动化系统拼凑、整合而成的系统, 主要存在如下问题:

(1) 厂内各实时监控处于孤岛运行, 数据相互独立, 值长及其他管理、决策层难以集中查询全厂生产情况, 更不能统观全厂进行有效的事故处理;

(2) 热控、电气、辅机等专业各自设置采集系统, 有些功能交叉覆盖, 信号被重复采集;

(3) 有些传感器重复配置, CT、PT 二次负担增加测量精度下降;

(4) 各种监控系统的通信协议不标准, 相互接口困难; 造成时钟不同, 事故分析困难等一系列

问题。

(5) 传统厂站自动化系统的测量实时性和准确性不能符合现代厂站运行要求。传统的厂站自动化系统遥测信息响应时间(从 I/O 输入端至远传装置出口)相对较长(秒级), 遥测精度相对不高(0.5%); 而现代厂站, 特别是发电厂, 需要大量一次设备之间密切配合、协调操作, 闭环方式控制操作增多, 这要求系统测量数据的刷新速度加快, 系统测量精度提高; 遥测信息响应时间能够达到百毫秒级, 遥测精度能够达到 0.1%。

由上可知, 厂站自动化系统在技术上有着较大的发展空间。数字化电网、数字化变电站是这几年电力系统自动化研究的主要方向之一, IEC61850 系列标准的引入和应用为规范和提升厂站自动化系统的设计提供了良好的契机。在此基础上研制同时满足厂站自动化需求的系统, 不但可提升厂站运行可靠性和管理水平, 也可以优化厂站自动化系统的生产投运和持续发展。

## 1 厂站自动化系统构成

### 1.1 系统结构

厂站自动化系统主要由站控层和间隔层两部分组成, 并用分层、分布、开放式网络系统实现连接。

系统的典型结构如图 1 所示。

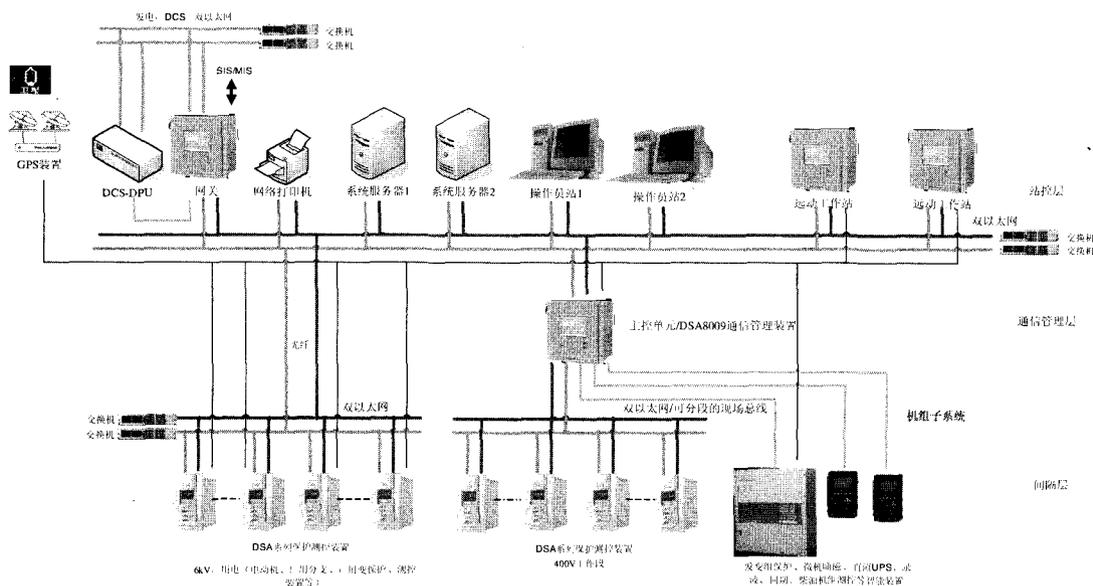


图 1 系统典型结构图

Fig.1 Typical structure of system

系统站控层是全厂站电气设备测量、保护、控制、监视和管理的中心，根据需要配有计算机设备（工作站）、通讯网络设备、打印机、UPS、GPS 同步时钟和语音报警设备等。数据远传装置以各远动规约，通过专线数字通道或网络与调度端/集控站通信。数据远传装置满足直采直送的要求，与后台监控系统相互独立。

间隔层包含包括间隔层测控单元、继电保护、同期装置等所有需要接入综合自动化系统的智能二次设备，以及间隔层网络以及与站控层网络的接口等。

## 1.2 系统网络结构

厂站自动化系统的站控层采用统一的计算机网络（工业以太双网），主控室间隔层设备也采用工业以太双网。双网采取冗余结构，其双网可独立工作，互为主/备。

主控室内间隔层设备工业以太网络可通过网络设备与站控层工业以太网络直接连接。就地分散安装的间隔层设备可根据现场情况采用以太网或高速率的现场总线，通过网关设备与站控层的以太网相连。

间隔层监控子系统间具备直接通信能力。

## 2 新型厂站自动化系统技术特点

### 2.1 兼容了 IEC61850 标准的面向对象的系统模型

为了实现厂站自动化系统的各种功能要求和彻

底解决不断编写工程软件的生产模式，本项目设计和实现了兼容了 IEC61850 标准的面向对象的系统模型。

IEC61850 标准是欧美相关专家提出并磋商通过的国际标准。虽然广义上的 IEC61850 技术体系，允许信息模型的自定义和自描述，但为了达到互操作的目的，它针对变电站应用领域建立了具体的信息模型，强调了信息和服务语义的确定性。但这些数据模型的定义主要针对欧美国家的自动化领域的功能实现和应用习惯，在国内产品的兼容定义时就会遇到不少困难。

本厂站自动化系统模型扩展了 IEC61850 标准中模型的内容和外延，形成了面向对象的厂站一体化的系统模型。从内容上看，IEC61850 标准的模型只是描述了变电站自动化系统的功能状态和信息交互过程。本系统模型不但描述功能的状态和结果，而且描述功能的过程和组织方式，通过对模型的灵活在线组态和配置即可实现自动化系统的各种简单和复杂的功能，如相对独立但实时性高的保护功能、逻辑灵活的闭环操作等。从外延上看，IEC61850 标准只针对变电站自动化系统，我们按照 IEC61850 标准的建模方法，在系统模型中扩展了发电厂电气自动化系统的相关模型，使系统模型不但完成变电站的各项保护、测控、录波功能，而且可实现了发电厂定转子保护、启停机操作等特殊功能，满足了厂站自动化系统的设计要求。

本系统模型主要由描述基本功能的逻辑节点和描述复杂功能的逻辑设备组成, 逻辑设备的功能可在线编程和修改。按此模型设计的厂站自动化系统不但满足 IEC61850 标准通信和互操作的要求, 而且具有灵活、高效、可靠的优点。

本系统模型的提出有助于 IEC61850 标准在厂站自动化系统中的推广应用, 有望解决目前厂站自动化系统各种监控系统的通信协议不标准, 相互接口困难的问题。

## 2.2 系统软件

### 2.2.1 统一的软件平台

同样基于本系统模型, 我们设计了统一的装置软件框架。框架由经过自主改进和优化的嵌入式实时操作系统构成系统平台, 以兼容 IEC61850 标准的功能模板库(逻辑节点库)和模板调度执行程序构建厂站电气自动化系统应用平台。厂站自动化系统的各种基本功能实现都可以利用厂站电气自动化系统应用平台来描述, 换句话说, 通过调用和配置逻辑节点库即可生成各种装置程序。在这样的软件框架上, 典型装置软件可通过装置自动组态生成; 特殊装置软件则通过兼容 SCL 的专用配置工具来生成。

### 2.2.2 面向对象的编程技术

软件平台采用面向对象的编程技术构建, 支持符合 IEC61850 标准的数据对象模型的应用, 支持符合 IEC61850 标准的数据库的建立和访问; 面向对象的编程技术的应用使软件平台的可维护性和可移植性大大增强。

### 2.2.3 结构式模块化

厂站自动化系统中, 简单、实时性高的功能, 如保护、测量等, 由逻辑节点直接描述; 复杂多变的功能, 如程序化控制、发电厂中的调节、顺控等闭环操作等, 则由逻辑设备描述。逻辑设备的执行逻辑由 Lua 脚本语言描述, 并支持在线编程。装置和后台中逻辑设备的配置脚本是一致的, 逻辑设备可以灵活地配置在系统中任一装置或后台上, 也支持多重化配置。

逻辑节点、逻辑设备等新技术的应用, 大大提高了厂站现场装置配制的灵活性。传统厂站的热控、电气、辅机等专业各自设置采集系统功能的实现, 可以采取一种功能在不同物理装置中实现的方式, 也可采取不同功能在同一物理装置中实现的方式。从而优化厂站装置的配置, 节省了厂站系统资源。

## 2.3 灵活的系统通信方案

通信的性能在现代厂站自动化系统中至关重

要, 系统内部的协同以及 DCS 与 ECS 之间的互联均依赖通信完成。可以说通信已成为决定系统性能和可靠性的重要因素。

### 2.3.1 系统通信拓扑结构自适应

厂站自动化系统采用了一种自适应的分层分布双总线的通信方案。在支持 IEC61850 标准的基础上, 该方案支持任意装置按照功能和通信效率的需要组成通信组。通过通信组内的直接交互高效地实现各种分布自动化功能和信息局部整合。每个通信过程可设置多个冗余通信方案, 实际通信方案可根据系统和装置的工况自动选择和调整, 即系统通信拓扑结构自适应。

### 2.3.2 与 DCS 系统的直接通信功能

考虑到 DCS 系统和电气自动化系统接口的效率和可靠性要求, 在确保系统安全的前提下, DCS 系统可以直接与本系统的相关装置通信, 而不是单纯通过通信管理机转发。特别是在启停机、并网等关键操作过程中, 这种通信设计表现出优越的性能, 百毫秒级的数据刷新保证了操作人员对操作过程的准确判断。

可靠、灵活、高速的通信网络的建立及 IEC61850 标准的应用有望解决厂内各实时监控系统的孤岛运行的状态, 并强化了厂站自动化系统和发电厂其他管理系统的通信功能。

## 2.4 镜像节点技术

所谓镜像节点就是在把另一台装置(源装置)上的逻辑节点“原样”地复制到本装置上。本装置的其他逻辑节点或其他装置可以通过镜像节点, 像调用本装置逻辑节点一样“透明”地访问源装置。镜像节点的使用使装置间的交互方式趋于统一, 也使系统功能的组织更趋灵活。

独特的镜像节点技术的应用, 使得除基本的采集和 I/O 接口外, 厂站自动化系统的信息和功能都可以在系统中(装置和后台)自由分布, 百毫秒级的信息交互和可编程的功能满足了厂站自动化中各种顺控和闭环操作的性能要求。通过功能的多重冗余配置, 甚至在装置损害时, 系统仍有可能“接管”其中部分功能。

镜像节点技术的应用也解决了传统厂站系统传感器重复配置, 减轻了 CT、PT 二次负担。

## 2.5 高精度测量技术

为适应数字化厂站采集方式上的变化, 本系统首次依据自适应滤波器理论设计了适用于电力稳态测量的跟踪测量法, 克服了传统算法对采样方式的限制。该测量法对于通过光电互感器的集中采集方式(一般采用固定频率采样)和装置分散采集方式

(可采用同步采样)等不同采集方式具有很好的适应性。

跟踪测量法是一种闭环算法,可自动修正失真数据,不但可精确测量各整次谐波而且可精确测量非整次谐波,实现精度达0.1%的电力信号高精度测量分析(包括非整次谐波),满足远动测量和计量的需求。

跟踪测量法等新技术的应用促进了传统厂站系统测量精度提高。

### 3 结束语

面向对象的组态型厂站自动化系统是我们结合国内厂站自动化系统现状和用户的需求,综合应用保护监控、计算机和网络通信技术的最新成果而研制的新型电气自动化系统。各项测试和现场运行表明该套厂站自动化系统通信及智能装置的技术指标、通讯网络的可靠性和实时性、系统的稳定性均达到了立项时提出的要求,整体性能达到了较高水平,系统符合电力系统厂站运行的特点和运行习惯,得到了用户的认可与好评。

(上接第92页 continued from page 92)

### 5 结论

母差保护在电网中的作用非常重要,如果设备本身的缺陷引起保护不正确动作,将给电网带来不必要的经济损失,严重时甚至会引起电网瓦解崩溃。对上述分析的保护整流回路的整流二极管出现成串反向导通(损坏),导致保护无制动特性,这类设备缺陷平时保护不发任何异常信号,调试大纲中也没有要求在定检时对二极管的检查及制动特性的检查,给电网的稳定运行带来威胁。为了避免这类缺陷引起保护不正确动作再次发生,建议在今后的保护定检工作中不能限制在调试大纲规定范围内,必须对每个元器件检查到位,这样才能有效消除这类危险的隐含缺陷,同时在新安装的保护调试时也必须仔细,如发现保护某元件损坏不发信号的立即要求厂家增加发信功能,只有将这些工作做到位,设备缺陷才能消除,电网的安全才真正有保障。

### 参考文献

### 参考文献

- [1] 唐涛,诸伟楠,杨仪松.发电厂与变电站自动化技术及其应用[M].北京:中国电力出版社,2005.  
TANG Tao,ZHU Wei-nan,YANG Yi-song.The Technologies and Its Application in Power Plant and Substation Automation[M].Beijing:China Electric Power Press,2005.
- [2] 国际电工委员会57技术委员会 IEC61850-7-1 变电站通信网络和系统(第7-1部分):变电站和线路(馈线)设备的基本通信结构原理和模型[S].  
Communication Networks and System in Substation Part 7-1: Basic Communication Structure for Substation and Feeder Equipment-Principles and Models[S].

收稿日期:2007-07-19; 修回日期:2008-06-06

作者简介:

蔡月明(1972-),男,硕士,工程师,主要从事厂站自动化系统的应用研究;E-mail:cym\_nj@263.net

耿群峰(1979-),男,学士,助理工程师,主要从事厂站自动化系统的应用研究;

葛志民(1958-),男,学士,工程师,主要从事厂站自动化生产技术管理。

- [1] 国家电力调度通信中心.电力系统继电保护实用技术问答[M].北京:中国电力出版社,1999.  
State Power Dispatch Communication Center of China.The Applied Technology of Power System Relay Protection[M].Beijing:China Electric Power Press,1999.
- [2] 国家电力调度通信中心.电力系统继电保护典型事故分析[M].北京:中国电力出版社,2003.  
State Power Dispatch Communication Center of China.Typical Fault Analysis of power System Relay Protection[M].Beijing:China Electric Power Press,2003.

收稿日期:2007-11-27; 修回日期:2008-02-01

作者简介:

詹勤辉(1971-),男,研究生,工程师,主要从事变电安全管理工作;

王世祥(1970-),男,大学本科,工程师,从事继电器保护及二次回路维护和检修工作;E-mail:wangshx123@tom.com

周贺(1983-),女,大学本科,助工,从事继电器保护及二次回路维护和检修工作。